

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-321793

(P2004-321793A)

(43) 公開日 平成16年11月18日(2004.11.18)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F1

テーマコード(参考)

A61B 5/00

A61B 5/00 101A

4C038

A61B 5/107

A61B 5/00 M

4C117

G06T 7/00

G06T 7/00 100A

5L096

A61B 5/10 300Q

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2004-120783 (P2004-120783)  
 (22) 出願日 平成16年4月15日(2004.4.15)  
 (31) 優先権主張番号 10/424,984  
 (32) 優先日 平成15年4月29日(2003.4.29)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 503416456  
 株式会社インフォワード  
 東京都渋谷区代々木一丁目46番1号  
 (74) 代理人 230104019  
 弁理士 大野 聖二  
 (74) 代理人 100106840  
 弁理士 森田 耕司  
 (74) 代理人 100105038  
 弁理士 田中 久子  
 (72) 発明者 門間 智之  
 東京都渋谷区代々木1-46-1 株式会  
 社インフォワード内  
 Fターム(参考) 4C038 VA05 VB03 VB23 VC05

最終頁に続く

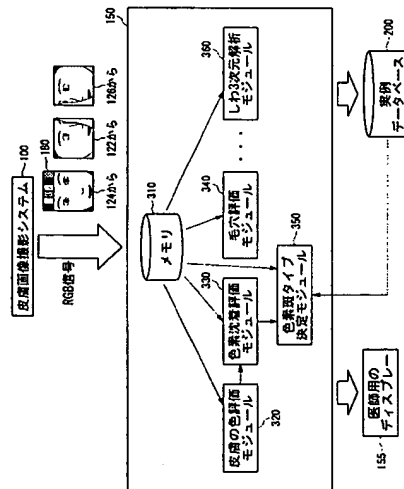
(54) 【発明の名称】 皮膚画像のコンピュータ解析のための方法およびシステム

## (57) 【要約】

【課題】 皮膚の状態を皮膚画像に基づいてデジタル方式で全体的に且つ定量的に評価する。

【解決手段】 人の顔の表面のデジタル画像を、画像取り込み装置に置かれたカメラから受け取る。カメラがデジタル画像を取得する時、顔の表面は白色灯で照らされカメラから離れたところに置かれる。受け取ったデジタル画像に対して複数種類の解析(例えば皮膚の色の評価、色素斑の評価、毛穴の評価、および/またはしわの評価)が行われ、人体の皮膚の状態を表す複数のデータが生成される。生成されたデータは、ディスプレイまたはデータベースへ出力される。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

白色灯で照らされカメラから離れて置かれた人体の一部分の表面のデジタル画像を前記カメラから受信する受信手段と、

前記受信手段により受信した前記デジタル画像に対して複数種類の解析を行って前記人体の一部分の皮膚の状態を表す複数のデータを生成する処理手段と、

前記処理手段により生成された前記複数のデータを出力する出力手段とを備えることを特徴とする皮膚画像処理装置。

## 【請求項 2】

前記処理手段は、前記複数種類の解析の 1 つとして、前記デジタル画像に含まれるカラー信号を処理して前記人体の一部分の皮膚の色を評価することを特徴とする請求項 1 に記載の皮膚画像処理装置。 10

## 【請求項 3】

前記処理手段は、前記カラー信号の少なくとも 1 つを処理して前記人体の一部分の平らな領域を決定し、前記デジタル画像の前記平らな領域の前記カラー信号を前記皮膚の色の評価に用いることを特徴とする請求項 2 に記載の皮膚画像処理装置。

## 【請求項 4】

前記処理手段は、前記皮膚の色の評価の結果を用いて、前記デジタル画像に対して前記複数種類の解析の別の 1 つを行うことを特徴とする請求項 2 に記載の皮膚画像処理装置。

## 【請求項 5】

前記処理手段は、前記複数種類の解析の 1 つとして、前記デジタル画像に含まれるカラー信号のうちあらかじめ決められた波長をもつカラー信号を処理して前記人体の一部分の皮膚の浅い層に形成された色素斑を評価することを特徴とする請求項 1 に記載の皮膚画像処理装置。 20

## 【請求項 6】

前記処理手段は、肉眼では確認しにくい色素沈着部位の程度を評価するために、前記カラー信号を処理して、前記デジタル画像上の所定閾値より濃度の高い部分のエッジ線を検出し、前記エッジ線に囲まれた部分であってあらかじめ決められた範囲の大きさをもつ部分を選択することを特徴とする請求項 5 に記載の皮膚画像処理装置。

## 【請求項 7】

前記処理手段は、前記複数種類の解析の 1 つとして、前記デジタル画像に含まれるカラー信号のうちあらかじめ決められた波長をもつカラー信号を処理して前記人体の一部分の皮膚の表面に存在する毛穴を評価することを特徴とする請求項 1 に記載の皮膚画像処理装置。 30

## 【請求項 8】

前記処理手段は、顕在的な毛穴の程度を評価するために、前記カラー信号を処理して前記デジタル画像上の円形に形成された所定閾値より濃度の高い部分であってあらかじめ決められた範囲の大きさをもつ部分を選択することを特徴とする請求項 7 に記載の皮膚画像処理装置。

## 【請求項 9】

前記処理手段は、前記複数種類の解析の 1 つとして、前記デジタル画像に含まれるカラー信号のうち少なくとも 2 つのカラー信号を処理して前記人体の一部分の皮膚の異なる層に形成された色素斑を評価することを特徴とする請求項 1 に記載の皮膚画像処理装置。 40

## 【請求項 10】

前記処理手段は、前記複数種類の解析の 1 つとして、前記デジタル画像に含まれるカラー信号のうち少なくとも 1 つのカラー信号を処理し、前記人体の一部分の皮膚に形成された色素斑のタイプを、前記色素斑に関して算出されたパラメータと既知の実例としてデータベースに格納されたパラメータとを比較することにより、決定することを特徴とする請求項 1 に記載の皮膚画像処理装置。

## 【請求項 11】

前記処理手段は、前記複数種類の解析の1つとして、前記デジタル画像に含まれるカラー信号のうち少なくとも1つのカラー信号を処理して前記人体の一部分の皮膚の表面に存在するしわを3次元モデル化により評価することを特徴とする請求項1に記載の皮膚画像処理装置。

【請求項12】

前記出力手段は、前記人体の一部分の皮膚の状態を表す前記複数のデータをデータベースに格納し、

前記処理手段は、前記データベースに格納された前記複数のデータを参照して、前記受信手段により受信した別のデジタル画像に対して前記複数種類の解析の少なくとも1つを行うことを特徴とする請求項1に記載の皮膚画像処理装置。

10

【請求項13】

前記人体の一部分は、正面顔、右側顔、左側顔のうちの1つであることを特徴とする請求項1に記載の皮膚画像処理装置。

【請求項14】

固定された配置場所を人体の一部分に提供する部品と、

前記固定された場所に間接照明を提供する白色灯と、

前記部品によって固定された前記人体の一部分の表面のデジタル画像を得るカメラと、

前記白色灯で照らされ前記カメラから離れて置かれた前記人体の一部分の表面の前記デジタル画像を前記カメラから受信する受信手段と、

前記受信手段により受信した前記デジタル画像に対して複数種類の解析を行って前記人体の一部分の皮膚の状態を表す複数のデータを生成する処理手段と、

20

前記処理手段により生成された前記複数のデータを出力する出力手段とを備えることを特徴とする皮膚画像処理システム。

【請求項15】

前記カメラは、前記固定された場所との間にあらかじめ決められた距離を保ったまま動かされて前記人体の複数の部分についてデジタル画像を得ることを特徴とする請求項14に記載の皮膚画像処理システム。

【請求項16】

前記受信手段は、前記人体の表面上の複数の領域についてデジタル画像を受け取り、

前記処理手段は、前記人体の表面上の前記複数の領域それぞれについて皮膚の状態を表すデータを生成することを特徴とする請求項14に記載の皮膚画像処理システム。

30

【請求項17】

コンピュータによる皮膚画像解析方法であって、

白色灯で照らされカメラから離れて置かれた人体の一部分の表面のデジタル画像を前記カメラから受け取る工程と、

前記デジタル画像に対して複数種類の解析を行って前記人体の皮膚の状態を表す複数のデータを生成する工程と、

前記デジタル画像と前記皮膚の状態を表すデータとを表示する工程とを備えることを特徴とする皮膚画像解析方法。

【請求項18】

前記カメラを動かして前記人体の複数の部分についてデジタル画像を得る工程をさらに備え、

40

前記カメラを動かす工程は、前記カメラから前記人体の前記複数の部分それぞれまでの距離をあらかじめ決められた範囲内におさめながら動かすものであることを特徴とする請求項17に記載の皮膚画像解析方法。

【請求項19】

前記複数種類の解析の少なくとも1つは、前記カメラを動かすことによって得られた、前記人体の表面上の複数の領域についてのデジタル画像に対して行われ、前記複数のデジタル画像それぞれについて皮膚の状態を表すデータを生成することを特徴とする請求項18に記載の皮膚画像解析方法。

50

## 【請求項 20】

コンピュータが皮膚画像処理装置として機能するように、コンピュータに読み取られ使用されることが可能なプログラムであって、前記コンピュータに、

白色灯で照らされカメラから離れて置かれた人体の一部分の表面のデジタル画像を前記カメラから受け取らせ、

前記デジタル画像に対して複数種類の解析を行って前記人体の皮膚の状態を表す複数のデータを生成させ、

前記人体の皮膚の状態を表すデータを出力させることを特徴とするプログラム。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は概して皮膚画像のコンピュータ解析に関し、特に、人の皮膚のデジタル画像を処理して皮膚状態を評価し皮膚科学の用途に供するための方法およびシステムに関する。皮膚科学には医療用途および化粧品用途等がある。

## 【背景技術】

## 【0002】

情報技術は医療産業に浸透してきている。例えば、病理学者たちは、今やCCDカメラや画像処理ソフトウェア、データファイリング装置の恩恵に浴し、病気や損傷によって病理学的に変化した器官の膨大な数のデジタル画像を蓄積し解析している。こうした技術は、病理学の分野では遠隔医療を実施するためにも用いられており、これは遠隔病理診断（テレパソロジー）と呼ばれている。

20

## 【0003】

一方、皮膚科学の分野では、デジタル画像解析や遠隔医療の実施はほとんど試みられてきていない。これは、人の皮膚の表面で起きる身体的変化をデジタル方式で評価する手法が確立されていないためである。言い換えれば、人の皮膚の状態を測定する手法であって、測定された指標が人の皮膚の診断および／または処置の重要な要素を代表し得るような測定手法が、これまで確立していなかったということである。

## 【0004】

例えば、特許文献1には、顔面の肌状態を客観的に分析する装置及び方法に関する技術が開示されているが、この技術は、予めデータベースに記憶された写真の中から被験者の撮影映像に最も似ているものを使用者に選択させるものであり、被験者の皮膚画像から直接、皮膚の状態を表す指標を求められるものではない。また、特許文献2には、明暗強調撮像装置で撮影した皮膚画像を解析し、皮膚表面の光学的美しさに相関する特性値を算出する技術が開示されているが、求められる指標が光学的美しさに限定され、しかも、この唯一の指標を求めるための明暗強調撮像装置という特殊な撮像が必要となる。また、特許文献3には、肌の表面を撮影して、毛穴の状態を表す指標やしみ・そばかすの濃さを表す指標を求める技術が開示されているが、この技術は、魚眼レンズを有するトリスpekトラル・カメラを撮影部位の皮膚に押し当てて、肌の撮影をすることが前提であるため、部分的な解析しかできないものであった。

30

【特許文献1】特開平7-289524号公報

【特許文献2】特開平7-231883号公報

【特許文献3】特開平7-55447号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

したがって、デジタル方式で取り込まれた皮膚画像に基づいて人の皮膚の状態を全体的に且つ定量的に評価する手法が確立されれば、上述した遠隔医療だけでなく、医学的検査や治療において、いわゆる「実証的医療」や「インフォームドコンセント」が実現される

50

であろうし、また臨床教育の一助ともなろう。さらに、こうした皮膚の評価は、化粧品産業において化粧品商品を開発する際、および／またはそうして開発された化粧品を対面販売で顧客に販売する際に利用されるであろう。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る方法およびシステムは、皮膚状態をデジタル方式で評価するための皮膚画像処理を提供する。まず、人体の一部の表面のデジタル画像をカメラから受け取る。カメラがデジタル画像を得る際、人体の一部の表面は白色灯で照らされ、カメラから離れたところに置かれる。

【0007】

次に、受け取ったデジタル画像に対して複数種類の解析を行い、人体の皮膚状態を表す複数のデータを生成する。複数種類の解析としては、皮膚の色の評価、色素斑の評価、毛穴の評価、および／またはしわの評価等がある。その後、生成したデータをディスプレイまたはデータベースへ出力する。

【0008】

本発明に係る方法およびシステムは、コンピュータに実装されてもよく、そのコンピュータを、カメラを有する画像取り込み装置と接続してもよい。画像取り込み装置は、カメラと人体の一部の表面との間に一定の距離を設けることができる。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、皮膚表面から離れた場所に設置したカメラからデジタル方式で取り込まれた皮膚画像に基づいて、人の皮膚の状態を全体的に且つ定量的に評価することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。説明には典型的な実施例が含まれているが、他の実施例も可能であり、また説明された実施例には、本発明の趣旨および範囲から逸脱することなく変更を加えてもよい。以下の詳細な説明および添付図面は、本発明を限定しない。代わりに本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲に定義される。全ての図面および以下の説明を通じて、同一または類似の部品を参照する際は可能な限り同じ参照番号を用いる。

【0011】

図1に示すように、本発明に係る皮膚画像処理システムには、皮膚画像撮影ボックス100およびディスプレイ155付きのコンピュータ150が含まれる。顔の皮膚の検査を受けるクライアントは、皮膚画像撮影ボックス100の中へ頭105を入れる。壁110は、皮膚画像撮影ボックス100に外側の構造を提供する。壁のうち、後ろ側の壁115は、クライアントの頭が箱100の内側に楽に入ることができるようカーテンで形成してもよい。

【0012】

箱100の内側にはCCDカメラ120が置かれ、右45度の点122、前面の点124、左45度の点126の間を自動的に移動するよう制御される。移動の点はこれら3点に限定されず、クライアントの顔面からの距離が実質的に同じ（この例では200mm）であるような弧状線上で、何点でもどの位置でも選んでよい。代替の形態としては、最も右側の点と最も左側の点は45度以外の角度（例えば45度より大きい角度）にあってもよい。CCDカメラ120は、各点に位置する際、その撮影軸がクライアントの顔面に対して実質的に垂直になるように置かれる。そのような状態で、CCDカメラ120の移動によりクライアントの顔が走査され、走査の間に、間欠的にデジタル撮影が行われる。

【0013】

CCDカメラ120は、例えば400万画素を備え、クライアントの顔の高解像度画像を撮影する。この例では、一回の検査（走査）につき3枚のカラー画像、すなわち点12

10

20

30

40

50

4 から撮影される正面顔画像、点 1 2 2 から撮影される右側顔画像、点 1 2 6 から撮影される左側顔画像が、自動的に撮影される。手動で画像を撮影するには、操作者（例えば医師）がシャッタースイッチ 1 4 0 を押す。

#### 【0014】

それらの画像のカラー信号は、例えば USB ポートを介して、コンピュータ 1 5 0 に読み込まれる。コンピュータ 1 5 0 は、それらの画像を処理して、顔の皮膚の状態を代表する解析結果を生成する。取り込まれた画像および／または算出された解析結果は、操作者（例えば医師）に対して、また希望があればクライアント（例えば患者）に対して、ディスプレイ 1 5 5 を介して表示される。

#### 【0015】

図 2 を用いて、皮膚画像撮影ボックス 1 0 0 をさらに詳しく説明する。図 2 の左上図は、箱 1 0 0 の上方からの透視図を示す。4 つの光源 1 3 1 ~ 1 3 4 が、移動するカメラ 1 2 0 の軌道の後ろに、実質的に等しい間隔で置かれている。各光源は標準白色光源である。光源とクライアントの顔との間に置かれた拡散板 1 6 0（例えば乳白色のアクリル板）によって、拡散照明が実現されている。

#### 【0016】

図 2 の左下図は、箱 1 0 0 の破線 A - A' における断面を示す。クライアントの頭 1 0 5 は除いてある。拡散板 1 6 0 には、点 1 2 2、1 2 4、1 2 6 にそれぞれ対応する 3 つの穴 1 6 2、1 6 4、1 6 6 があり、カメラ 1 2 0 がクライアントの顔の画像を撮影できるようになっている。別の光源 1 3 5 が箱 1 0 0 の天井に、さらに別の光源 1 3 6 が箱 1 0 0 の床に置かれている。いずれの光源も、拡散板の、クライアントの顔からみて向こう側にある。

#### 【0017】

クライアントの顔は、頭頂押さえ 1 7 0 と下顎台 1 7 5 によって固定される。クライアントがアゴを台 1 7 5 に乗せ、頭上部を押さえ 1 7 0 に押し当てると、クライアントには、カメラ 1 2 0 用の 3 つの穴を除くすべての方向に、明るい乳白色の板が見えることになる。

#### 【0018】

図 2 の右上図は、箱 1 0 0 の破線 B - B' における断面を示す。クライアントの頭 1 0 5 も描いてある。頭頂押さえ 1 7 0 の内側の面には、カラーチャート 1 8 0 が置かれている。カラーチャート 1 8 0 には黒、白、肌色基準値、赤、緑、青が含まれてもよい。また、灰色（例えば黒から白までの 1 0 段階の無彩色）が含まれてもよい。肌色基準値は単に比較の基準として働くので、箱 1 0 0 の操作者または製造者が任意に決定または作成することができる。肌色基準値としては、異なった人種それぞれに見本を取って調べた皮膚の色の平均を用いてよく、カラーチャート 1 8 0 は、いくつかの人種に対応したいくつかの肌色基準値を含むことができる。

#### 【0019】

箱 1 0 0 内のクライアントの顔の両横には照度センサ（図示しない）が置かれ、あらかじめ決められた範囲（例えば  $10000\text{ Lx} \pm 3\%$ ）に照度を保持するよう、照度センサの出力に基づいて光源 1 3 1 ~ 1 3 6 に加えられる電圧が制御される。さらに、各検査において、カメラ 1 2 0 と光源 1 3 1 ~ 1 3 6 の位置に対して相対的に同じ位置に、押さえ 1 7 0 と台 1 7 5 によってクライアントの顔が固定されるのは、上述した通りである。ゆえに箱 1 0 0 は、あるクライアントの皮膚の過去と現在の状態を比較し、かつ／またはあるクライアントの状態をデータベースに蓄積された他の実例と比較するための、十分な繰り返し性（再現性）を備える。

#### 【0020】

カラーチャート 1 8 0 の画像は、正面顔画像と同じく点 1 2 4 において CCD カメラ 1 2 0 によって取り込まれる。カラーチャート 1 8 0 の赤、緑、青、白に対応する CCD カメラ 1 2 0 からの出力信号は、色温度を補正して CCD の色感度を実質的に同じ状態に保つのに用いられる。

10

20

30

40

50

## 【0021】

図3に示すように、カラーチャート画像付き正面顔画像、右側顔画像、左側顔画像は、皮膚画像撮影ボックス100からコンピュータ150のメモリ310に読み込まれる。各画像には、多数の画素の赤（R）、緑（G）、青（B）信号が含まれている。

## 【0022】

コンピュータ150にある1つ以上のモジュールは、メモリ310に格納された皮膚画像を解析して、皮膚状態を代表する結果を1つ以上生成することができる。これらのモジュールは、ソフトウェアによって、またはソフトウェアとハードウェアの組み合わせによって実行することができる。各モジュールが生成した結果は、ディスプレイ155へ出力できるだけでなく、実例データベース200に格納することもできる。上記の3つの顔画像のRGB信号は、生成された結果と一緒にディスプレイ155および実例データベース200へ送ってもよい。このようにRGB信号を評価結果とともに実例データベース200に蓄積することにより、過去の実例についてもそのオリジナル画像を参照しながら検査することが可能になる。実例の名称、クライアントの年齢、性別等の個人情報も、評価結果とともに実例データベース200に蓄積してよい。

## 【0023】

コンピュータ150にある皮膚の色評価モジュール320は、メモリ310に格納された、RGB信号を含む皮膚画像を処理して、「色相（H）、彩度（S）、明度（V）」データを生成する。これらのデータは、皮膚の色の尺度として働く。皮膚の色を代表するこれらのHSVデータは、ディスプレイ155へ出力してもよいし、かつ／または実例データベース200に蓄積してもよい。これらのHSVデータはまた、皮膚の病気にかかったり痛んだりした（あるいは関心のある）部分（これについては以下に説明する）をクライアントの正常状態の皮膚から区別するための閾値を調整するために、他の評価モジュールで用いてもよい。なお、HSVモデルの代わりにHSL（色相、彩度、明度（L））カラーモデルなどの別の色変換システムを用いてもよい。

## 【0024】

色素沈着評価モジュール330は、特に青（B）信号の皮膚画像を処理して、「面積、個数、濃度」データを生成する。濃度は、グレーレベルもしくは輝度レベルとも呼ばれる。このデータは、色素沈着部位（すなわちあるタイプの、皮膚の傷んだ部分）の程度を示す。本実施形態では、肉眼では確認しにくい大きさで皮膚表層にメラニン色素が凝集した部位を「色素沈着部位」として、「色素斑」とは区別して検査する。「色素沈着部位」の一つ一つは小さすぎて肉眼で検査できないが、モジュール330は、皮膚画像の青（B）信号に焦点を合わせることでこの検査を可能にする。上記の、色素沈着部位に関するデータは、ディスプレイ155へ出力してもよいし、かつ／または実例データベース200に蓄積してもよい。

## 【0025】

毛穴評価モジュール340は、特に青（B）信号の皮膚画像を処理して、「面積、個数、濃度」データを生成する。このデータは、顕在的（目立つ）毛穴（すなわち別のタイプの、皮膚の傷んだ部分）の程度を示す。顕在的（目立つ）毛穴の一つ一つは小さすぎて肉眼で検査できないが、モジュール340は、皮膚画像の青（B）信号に焦点を合わせることでこの検査を可能にする。モジュール340はまた、形や大きさ等の画像の違いによって毛穴と色素沈着部位とを区別することができる。この画像の違いは、毛穴は皮膚の小さな円形の穴によって形作られた影であるのに対して、色素沈着部位は皮膚表面の内側に任意の形に沈着したメラニンであるという事実を反映する。上記の、顕在的（目立つ）毛穴に関するデータは、ディスプレイ155へ出力してもよいし、かつ／または実例データベース200に蓄積してもよい。

## 【0026】

モジュール330が単に色素沈着部位を評価するよう構成されているのに対して、色素斑タイプ決定モジュール350は、皮膚画像を処理して、さらに多様な色素斑を評価する。広義の色素斑には、あらゆる形、あらゆる大きさの紅斑および褐色もしくは黒色の色素

斑が含まれる。色素沈着部位は色素斑の一種とも考えられるが、コンピュータ150は、色素沈着部位を残りの色素斑とは別の、痛んだ部分の一種として扱うことができる。

#### 【0027】

紅斑は、皮膚の真皮中の血管のうっ血による。褐色の色素斑は、皮膚の表皮下の基底細胞層に沈着しているメラニンによる。黒色の色素斑は、表皮に沈着しているメラニンによる。RGB信号それぞれの波長により、青(B)信号は浅い層の色素斑、すなわち黒色の色素斑が明瞭に現れるようにし、緑(G)信号は褐色の色素斑を明瞭に示し、赤(R)信号は深い層の紅斑を観察できるようにする。モジュール350は、一つ一つの色素斑がどの細胞層(1つまたは複数の細胞層)にできているかを調べるため、RGB信号に対応する3つの濃度を色素斑1つについて取得することができる。

10

#### 【0028】

この例では、モジュール350は、緑(G)信号と青(B)信号を解析して、それぞれ褐色と黒色の色素斑を探す。色素沈着部位は黒色の色素斑の小さなものなので、モジュール350が青(B)信号に対して行う処理の一部は、モジュール330が行う処理と同じである。したがって、モジュール350はモジュール330が行う処理の一部を共有することができ、それに加えて、緑(G)信号の処理を行う。モジュール350はさらに、大きさを問わず色素斑として抽出された部分を処理し、「面積、形、青と緑の濃度、分布」データを生成する。

#### 【0029】

モジュール350が生成したこれらのデータは、目標とする色素斑のタイプを決定するための要素になる。色素斑に関するこれらのデータとそのタイプは、ディスプレイ155へ出力してもよいし、かつ/または実例データベース200に蓄積してもよい。色素斑のタイプには、肝斑(しみ)、雀斑(そばかす)、老人性色素斑等が含まれる。

20

#### 【0030】

実例データベース200は、色素斑各タイプの代表的な「面積、形、濃度、分布」データを格納することができる。代表的なデータは、蓄積されたデータによって自動的に作成してもよいし、医師が手動により検証して作成してもよい。これらの代表的なデータを上記の目標とする色素斑のデータと比較することによって、モジュール350は目標とする色素斑のタイプを自動的に決定することができる。

#### 【0031】

コンピュータ150のモジュールには、しわ3次元解析モジュール360が含まれてもよい。このモジュールは、顔の少なくとも2つの平面画像からしわの3次元形状を計算することができる。モジュール360は、画像のモデル化技術を用いて青(B)信号を処理する。計算した3次元形状に基づいて、モジュール360はしわの幅、長さ、最大深さを測定する。しわ(すなわちさらに別のタイプの、皮膚の傷んだ部分)のこれらのデータは、ディスプレイ155へ出力してもよいし、かつ/または実例データベース200に蓄積してもよい。

30

#### 【0032】

しわを評価する場合には、CCDカメラ120は、45度より短い間隔で移動、停止して画像を撮影し、また任意の角度から撮影を開始することができる。この場合、拡散板160は、拡散板160の穴162、164、166のうちの1つがカメラ120の撮影軸上に置かれるよう、CCDカメラ120とともに移動する。カメラ120がクライアントの顔の周囲を走査する間の、間欠デジタル撮影の間隔は、例えば5度でもよく、またこの角度は、しわの幅、長さ、および/または位置に基づいて調整することができる。

40

#### 【0033】

さらに具体的には、目標とするしわ(例えば顔の右側または左側のしわ)の位置がまず確認される。そこでCCDカメラ120はしわ(例えば顔の左側)の前、任意の角度の位置に実際に移動する。モジュール360は自らのソフトウェアに、カメラ120の移動量を、例えば上述したように5度と設定する。その後、シャッタースイッチ140が押されて走査が開始される。

50



## 【0034】

モジュール360はそこで、しわの前から撮影した顔画像と、その撮影した顔の側（この例では左側）とは逆の方向へ5度移動した位置から撮影したもう1つの顔画像とを入力する。モジュール360は、入力した上記2つの顔画像に基づいて、しわの最も深い部分をプロットする。モジュール360はさらに、しわのエッジ幅と、最も深い部分とエッジとの間の距離とを画素で数え、移動量（例えば $\tan 5^\circ$ ）に基づいて最大深さを計算する。

## 【0035】

上記の、3次元モデル化を用いたモジュール360によるしわの評価には、マイクロスコプで拡大した皮膚画像を用いてしわを測定する方法と比較して、次の利点がある。ビデオマイクロスコプを用いる場合、目標とするしわの溝と山が皮膚とマイクロスコプとの間の接触圧によって変形し、その結果重大な測定誤差が生じる。対照的に、本発明に係るしわ解析モジュール360は、目標とするしわの深さ、幅、長さを、クライアントの顔から離れた位置から撮影された2つの顔画像に基づいて決定することができ、ゆえに目標とするしわをより少ない誤差で評価することができる。

## 【0036】

モジュール320、330、340、350が行う画像解析について、以下さらに詳しく説明する。皮膚の色評価モジュール320は、（正面顔画像については）図4および（右側顔画像および左側顔画像のそれぞれについては）図5に示すフローチャートに従って皮膚画像解析を行う。モジュール320はまず、顔の平らな部分を用いて皮膚の色を正確に測定するために、頬や額の領域のような、顔の平らな部分を割り出す。そのような平坦部認識の典型的な方法を図6に示す。

## 【0037】

正面顔画像については、モジュール320はまずメモリ310から青（B）信号（図4の405）を入力して、その青画像に対して2値化とエッジ検出を行う（410）。その後、モジュール320は右目の領域、左目の領域、口の領域それぞれの重心（COG）を決定する（420）。

## 【0038】

モジュール320はそこで、各COGに代表される両目と口の位置の相互関係に基づいて、正面顔の右頬の領域（以下、「頬-RF」領域）と正面顔の左頬の領域（以下、「頬-LF」領域）とを決定する（430）。モジュール320はまた、両目の位置に基づいて額の領域も決定する（435）。

## 【0039】

さらに詳しくは、両目と口の各COGが図6Aの白い丸のように決定された後、モジュール320は、右目のCOGと左目のCOGとをつなぐ第1の線と、口のCOGを通して第1の線に平行な第2の線とを引く。モジュール320はそこで、第1の線と第2の線との間で、両線から等しい距離となるとところに線610を引く。モジュール320はさらに、右目のCOGと左目のCOGそれぞれから第2（口）の線に対して垂直となる線620および625を引き、右頬のエッジと左頬のエッジそれぞれの接線630および635を引く。頬-RF領域は、線610、620、630に接する円形の領域として決定する。頬-LF領域は、線610、625、635に接する円形の領域として決定する。

## 【0040】

モジュール320はさらに、目の領域の上側エッジすなわち眉に接する水平線640と、線640の1センチメートル（cm）上にもう1つの水平線645とを引く。この例では、1画素は実際の顔においておよそ100マイクロメートル（ $\mu\text{m}$ ）に相当するので、線645は線640から100画素離れていることになる。額の領域は、線620、625、645と、640の6センチメートル（cm）上のもう1つの水平線とに囲まれた長方形の領域として決定する。長方形の領域の高さは、クライアントの顔の大きさに基づいて調整することができる。

## 【0041】

上記のように3つの平らな領域が決定したら、モジュール320は、メモリ310に格

10

20

30

40

50

納されている正面顔画像からこれらの領域のRGB信号（図4の445）を抽出する（450）。モジュール320はまた、カラーチャート180の画像、特に肌色基準値の取り込み画像のRGB信号を抽出してもよい。モジュール320はそこで、例えばスミスのHSVカラーモデルを用いて、抽出した各領域のRGB信号をHSV信号に変換する（460）。モジュール320はまた、比較のため、カラーチャートの肌色基準値のRGB信号をHSV信号に変換してもよい。

#### 【0042】

モジュール320は、色相（H）、彩度（S）、明度（V）それぞれの階調を持つ画素の個数を数えることによって、HSV各信号から図10Aに示すような度数分布図を作成することができる（図4の470）。HSV度数分布図は、頬-RF、頬-LF、および額の各領域について、かつ／またはこれら3つの領域すべてを組み合わせたものについて作成してもよい。図10Aの例で、ディスプレイ155の各度数分布図は、操作者がクライアントの皮膚の色の变化を容易に理解できるようにするため、過去の検査結果と現在の検査結果とを示している。こうして、例えば操作者はホワイトニング化粧品の効果を確認することができる。

#### 【0043】

代わりにまたは加えて、モジュール320は、HSV信号の平均を計算することができる（図4の470）。この平均は、HSVの各階調が0から255まで変化する場合、 $(H, S, V) = (15, 98, 160)$  になる。このHSV平均は、頬-RF、頬-LF、および額の各領域について計算してもよいし、カラーチャート180の肌色基準値についても計算して、クライアントの各領域における皮膚の色と肌色基準値との違いを測定してもよい。

#### 【0044】

側面の顔画像については、モジュール320はまずメモリ310から青（B）信号（図5の505）を入力して、その青画像に対して2値化とエッジ検出を行う（510）。その後、モジュール320は頬の領域を囲むエッジ線を決定する（520）。これらのエッジ線を用いて、右側顔画像と左側顔画像とについてそれぞれ右側顔の右頬の領域（以下、「頬-RR」領域）と左側顔の左頬の領域（以下、「頬-LL」領域）とを決定する（530）。

#### 【0045】

さらに詳しくは、図6B（左側顔の例）に示すように、モジュール320は、髪の毛の生え際に相当するエッジ線650と、あごの線に沿った接線660とを引く。モジュール320はさらに、目の下縁に接する水平線670と、鼻翼のいずれか（この例では左側）に沿って口のいずれかの端（この例では左側端）へ延びる線680とを引く。エッジ線650、660、670、680に囲まれた部分のCOGがそこで決定する。頬-LL領域は、囲まれた部分のCOGを中心としエッジ線のいくつかに接する最大限度を半径とする円形の領域として決定する。頬-RR領域は、同様に右側顔画像において決定する（図示しない）。

#### 【0046】

上記のように右側、左側それぞれの顔画像について平らな領域が決定したら、モジュール320は、メモリ310に格納されている、対応する側の顔画像からこの領域のRGB信号（図5の545）を抽出する（550）。モジュール320はそこで、例えばスミスのHSVカラーモデルを用いて、抽出した各領域のRGB信号をHSV信号に変換する（560）。

#### 【0047】

モジュール320は、HSV各信号から、頬-RRおよび頬-LLの各領域について、かつ／またはこれら2つの領域を組み合わせたものについて、度数分布図を作成することができる（570）。さらに、モジュール320は、図4のフローチャートに従って得た他の3つの領域のHSVデータを入力し、これら5つ（頬-RF、LF、RR、LL、額）の領域すべてを組み合わせたものについてHSV度数分布図を作成することができる（

10

20

30

40

50

図5の580)。

【0048】

代わりにまたは加えて、モジュール320は、頬-RR、頬-LLの各領域について、HSV信号の平均を計算することができる(570)。図4および図5に示す解析の結果、クライアントの皮膚の色の指標として、 $(H, S, V) = (15, 98, 160)$ のようなHSV平均が、5つ(頬-RF、LF、RR、LL、額)の各領域について作成される。皮膚の色の指標は、クライアントの各領域の皮膚の色(HSV平均)とカラーチャートの肌色基準値(HSV平均)との差として表してもよい。

【0049】

さらにデータを圧縮するため、ただ1つのHSV平均でクライアントの皮膚の色を代表することができる。典型的な圧縮は、5つの領域のHSV指標の平均である。

【0050】

色素沈着評価モジュール330は、図7に示すフローチャートに従って皮膚画像解析を行う。図7に示す作業が、正面、右側、左側の顔画像について別々に行われる。

【0051】

モジュール330は、メモリ310から青(B)信号(705)を入力して、ノイズを除去するためにその青画像に対して平滑化を行う。モジュール330はそこでエッジ検出を行う(710)が、これは色素沈着部位がしばしば不明瞭な境界を有するためである。

【0052】

モジュール330は青画像に対して2値化を行う(730)が、その前に、クライアントの皮膚の色の指標に基づいて2値化のための閾値を決定する(720)。モジュール320が上述のように決定した皮膚の色の指標によってクライアントの潜在的な皮膚色の範囲を特定することができ、2値化のための閾値は、この特定された潜在的な皮膚色の範囲よりも低い(暗い)水準に決定される。例えば、濃度が0から255まで変化する場合、色素斑を特定するための閾値は80~130の範囲に設定される。2値化後、モジュール330は、検出されたエッジに囲まれた各部分を塗りつぶす(730)。

【0053】

モジュール330は、目的を色素沈着部位に絞っているため、塗りつぶされた部分の中で、あらかじめ決められた範囲、例えば0.6~1.7mm(四方)内の大きさのものを選ぶ(740)。その後、モジュール330は、色素沈着部位として選ばれた各部分の、エッジに囲まれて塗りつぶされた黒い画素の個数を数えて、その面積を(画素の単位で、または $\text{mm}^2$ に変換して)測定する(750)。モジュール330はまた、色素沈着部位として選ばれたすべての部分の面積の合計も計算し、また色素沈着部位の総数も数える(750)。モジュール330はさらに、色素沈着部位一つ一つの青(B)信号(705)の平均濃度を計算する(750)。

【0054】

3つ(正面、右側、左側)の顔画像から別々に得られたこれらの「面積、個数、濃度」データは、すべて実例データベース200に蓄積される。3つの画像にまたがって二重または三重に数えられた色素沈着部位については、そのデータをそのまま格納してよい。クライアントの色素沈着部位の程度を決定するため、たった今得られたクライアントのデータは、クライアントと同じ年齢、性別等に分類されている実例データベース200の多くのデータと、その場で統計的に比較することができる。

【0055】

毛穴評価モジュール340は、図8に示すフローチャートに従って皮膚画像解析を行う。図8に示す作業が、正面、右側、左側の顔画像について別々に行われる。

【0056】

モジュール340は、メモリ310から青(B)信号(805)を入力して、ノイズを除去するためにその青画像に対して平滑化を行う。モジュール340はエッジ検出もエッジに囲まれた部分の塗りつぶしも行わないが、これは毛穴の境界がたいてい取り込み画像において明瞭であり、毛穴は色素沈着部位よりも小さいためである。

## 【0057】

モジュール340は青画像に対して2値化を行う(820)が、その前に、クライアントの皮膚の色の指標に基づいて2値化のための閾値を決定する(810)。モジュール320が上述のように決定した皮膚の色の指標によってクライアントの潜在的な皮膚色の範囲を特定することができ、2値化のための閾値は、この特定された潜在的な皮膚色の範囲よりもかなり低い(暗い)水準に決定される。毛穴の場合の2値化の閾値は、色素斑の場合よりも低め(暗め)に決定されるのである。例えば、濃度が0から255まで変化する場合、毛穴を特定するための閾値は0~80の範囲に設定される。

## 【0058】

2値化後、モジュール340は黒い画素が集まって円形になっている部分を特定し(830)、特定した部分の中であらかじめ決められた範囲、例えば0.26~1.0mm(四方)内の大きさのものを顕在的(目立つ)毛穴として選ぶ(840)。その後、モジュール340は、顕在的(目立つ)毛穴として選ばれた各部分の黒い画素の個数を数えて、その面積を(画素の単位で、または $\text{mm}^2$ に変換して)測定する(850)。モジュール340はまた、顕在的(目立つ)毛穴として選ばれたすべての部分の面積の合計も計算し、また顕在的(目立つ)毛穴の総数も数える(850)。モジュール340はさらに、顕在的(目立つ)毛穴一つ一つの青(B)信号(805)の平均濃度を計算する(850)。

## 【0059】

3つ(正面、右側、左側)の顔画像から別々に得られたこれらの「面積、個数、濃度」データは、すべて実例データベース200に蓄積される。3つの画像にまたがって二重または三重に数えられた毛穴については、そのデータをそのまま格納してよい。クライアントの毛穴の悪化の程度を決定するため、たった今得られたクライアントのデータは、クライアントと同じ年齢、性別等に分類されている実例データベース200の多くのデータと、その場で統計的に比較することができる。

## 【0060】

色素斑タイプ決定モジュール350は、図9に示すフローチャートに従って皮膚画像解析を行う。図9に示す作業が、正面、右側、左側の顔画像について別々に行われる。

## 【0061】

モジュール350は、メモリ310から緑(G)信号(905)を入力して、ノイズを除去するためにその緑画像に対して平滑化を行う。モジュール350はそこでエッジ検出を行う(910)が、これは色素斑がしばしば不明瞭な境界を有するためである。

## 【0062】

モジュール350は緑画像に対して2値化を行う(930)が、その前に、クライアントの皮膚の色の指標に基づいて2値化のための閾値を決定する(920)。モジュール320が上述のように決定した皮膚の色の指標によってクライアントの潜在的な皮膚色の範囲を特定することができ、2値化のための閾値は、この特定された潜在的な皮膚色の範囲よりも低い(暗い)水準に決定される。2値化後、モジュール350は、検出されたエッジに囲まれた各部分を塗りつぶす(930)。

## 【0063】

緑画像に対する上記の処理(910~930)は図7に示した青画像に対する処理(710~730)と同様であり、モジュール350はその後、青画像と緑画像についてそれぞれ黒色の色素斑と褐色の色素斑をすべて特定することができる(940)。モジュール350は、黒色または褐色の色素斑として選ばれた各部分の、エッジに囲まれて塗りつぶされた暗い画素の個数を数えて、その面積を(画素の単位で、または $\text{mm}^2$ に変換して)測定する(950)。モジュール350はまた各色素斑がどんなタイプの形(例えば円、楕円、多角形、帯等)かを決定する。さらに、各色素斑のエッジの状態を分類してもよい(950)。

## 【0064】

モジュール350はさらに、黒色または褐色の色素斑一つ一つの青(B)、緑(G)各

信号（705、905）の平均濃度を計算する（950）。モジュール350はさらに色素斑の分布、例えば顔のどの位置にいくつ色素斑があるかを決定する（950）。

【0065】

その後、モジュール350はこれらの「面積、形、濃度、分布」パラメータを実例データベース200に格納されているパラメータと比較する（960）。その結果、たった今検査したクライアントのデータと統計的に類似したデータをもつ色素斑のタイプが、そのクライアントの、目標とする色素斑のタイプであると決定される。

【0066】

モジュール350の解析結果は、図10Bに示すように表示してもよい。この例では、ディスプレイ155は取り込まれたRGB顔画像とエッジ検出、2値化、塗りつぶしをした後の処理済みの青（B）または緑（G）画像とを表示しており、7つの色素斑1、2、3、4、5、6、7が特定されている。ディスプレイ155はまた、この7つの色素斑それぞれの「面積、形、濃度、分布」データを含む表も表示する。モジュール330または340の解析結果は、図10Bと同様に表示することができる。

【0067】

上に詳しく説明したように、本発明に係る方法およびシステムによれば、一度に顔全体の中の複数の領域に基づいて皮膚の状態を評価することができる。複数の領域を含む顔画像は、デジタルカメラ撮影一回により取り込むこともできる。さらに、実質的に等しい距離だけ離れた位置から顔の表面を走査し（カメラを移動させ）、移動するカメラにより間欠的に静止画をデジタル撮影することによって、顔全体の画像を望ましい数だけ撮影することができる。

【0068】

かかる方法およびシステムには、ビデオマイクロスコープの使用と比較して、関心のある部分1カ所だけではなく顔全体についても皮膚の状態を代表するパラメータを決定することができるという利点がある。顔全体のパラメータには、色素沈着部位または顕在的（目立つ）毛穴の総数や特定のタイプの色素斑の分布などが含まれる。加えて、かかる方法およびシステムによれば、効能の異なる複数の薬を異なる領域（例えば顔の右側と左側）に別々につけるという、クライアントでの臨床試験において、その結果を評価することが容易になる。

【0069】

さらに、皮膚の色に対して色彩計を使用したり色素斑に対して別の診断方法を用いたりするのと比較して、本発明に係る方法およびシステムによれば、取り込んだ皮膚画像をさらに一般的な目的のために解析することができる。すなわち、本発明に係る方法およびシステムによれば、複数の観点から皮膚の状態を評価すること、つまり複数のタイプの、皮膚の傷んだ部分を、1つの画像に基づいて一度に測定することができる。

【0070】

以上、本発明の実施形態について説明したが、上述の実施形態を本発明の範囲内で当業者が種々に変形、応用して実施できることは勿論である。例えば、上述した例における検査対象は人の顔の皮膚であるが、本発明に係る方法およびシステムによれば、背中、胸、関節などのような、人体の他の部分の外皮を調べることができる。また、皮膚損傷などさらに別のタイプの傷んだ部分を、上に説明したシステムが取り込んだ皮膚の画像に基づいてデジタル方式で評価することができる。

【産業上の利用可能性】

【0071】

本発明は、例えば、皮膚の医学的検査や治療において、また、化粧品の開発や販売において、皮膚の状態を全体的に且つ定量的に評価するニーズに応えるものとして、有用である。

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図1】本実施形態に係る皮膚画像処理システム（皮膚画像撮影ボックスとディスプレイ

10

20

30

40

50

付きコンピュータを含む)の概観を示す図。

【図2】本実施形態に係る皮膚画像撮影ボックスの構造の一例を、上方からの透視図(左上図)、顔の方向から見た正面図(左下図)、中央断面図(右上図)により示す図。

【図3】本実施形態に係るコンピュータが行う皮膚画像処理の概要の一例を示す図。

【図4】皮膚の色を評価するための、本実施形態に係る皮膚画像解析方法の一例を示すフローチャート。

【図5】皮膚の色を評価するための、本実施形態に係る皮膚画像解析方法の他の例を示す図。

【図6】皮膚の色の評価に適した領域を決定するために、正面顔画像(図6A)、左側顔画像(図6B)において行われる処理の例を示す図。

【図7】色素沈着部位を評価するための、本実施形態に係る皮膚画像解析方法の一例を示すフローチャート。

【図8】顕在的(目立つ)毛穴を評価するための、本実施形態に係る皮膚画像解析方法の一例を示すフローチャート。

【図9】色素斑のタイプを決定するための、本実施形態に係る皮膚画像解析方法の一例を示すフローチャート。

【図10】皮膚の色(図10A)、色素斑(図10B)を評価する場合にコンピュータが表示する情報の一例を示す図。

【符号の説明】

【0073】

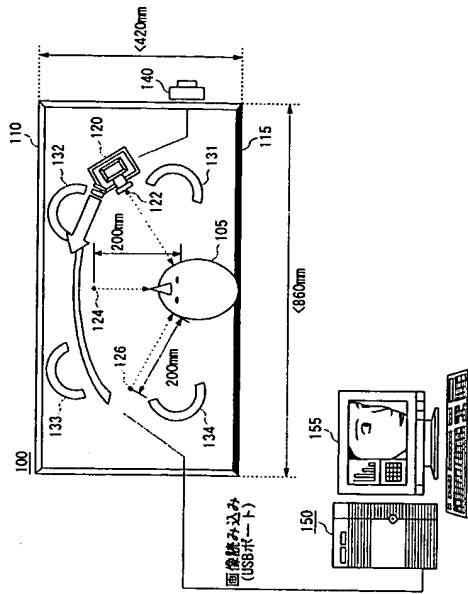
- 100 皮膚画像撮影システム
- 180 カラーチャート
- 310 メモリ
- 320 皮膚の色評価モジュール
- 330 色素沈着評価モジュール
- 340 毛穴評価モジュール
- 350 色素斑タイプ決定モジュール
- 360 しわ3次元解析モジュール
- 155 医師用のディスプレイ
- 200 実例データベース

10

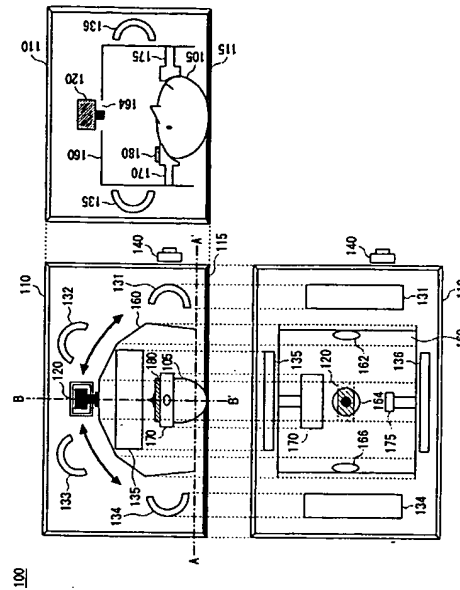
20

30

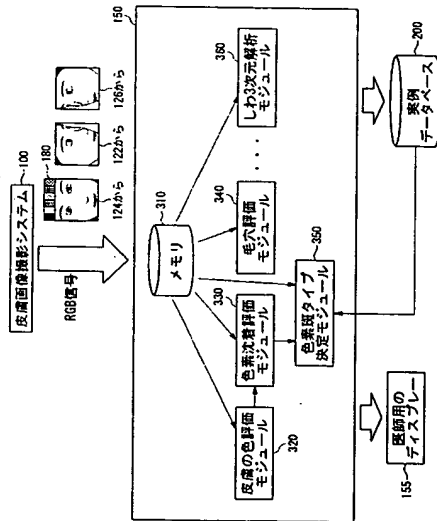
【図 1】



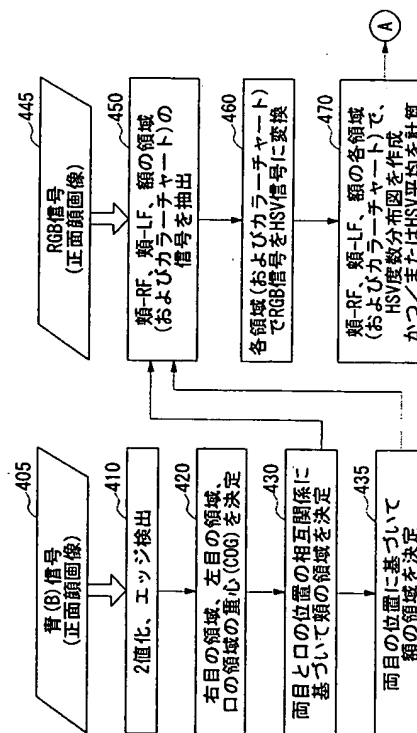
【図 2】



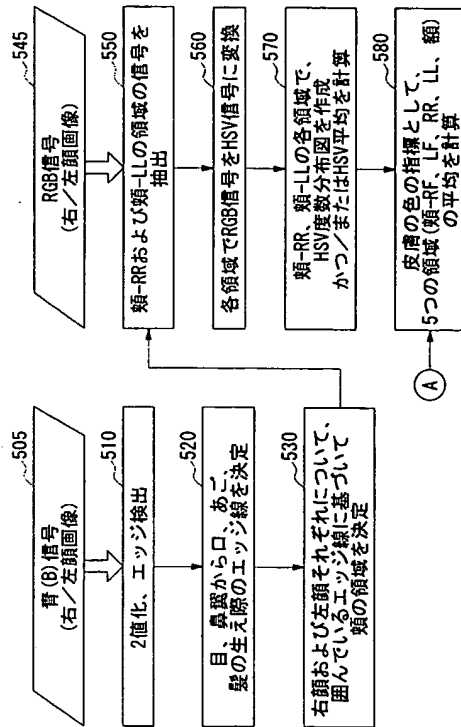
【図 3】



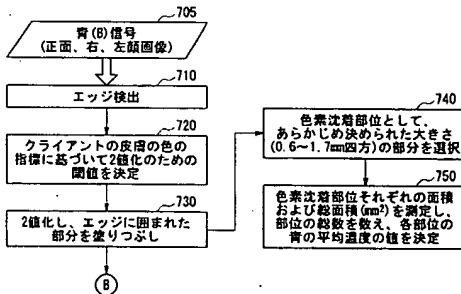
【図 4】



【図 5】



【図 7】



【図 6】

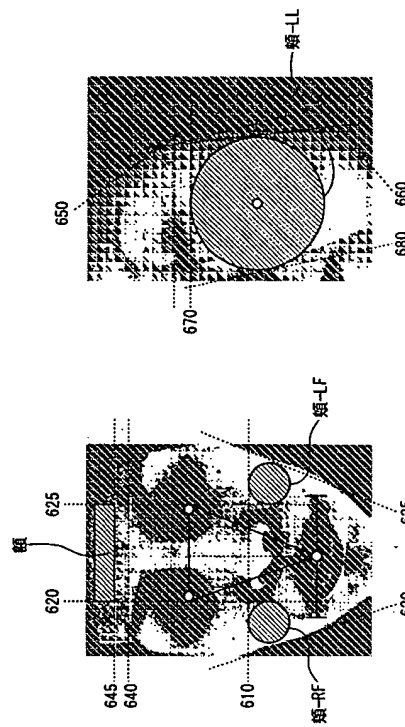
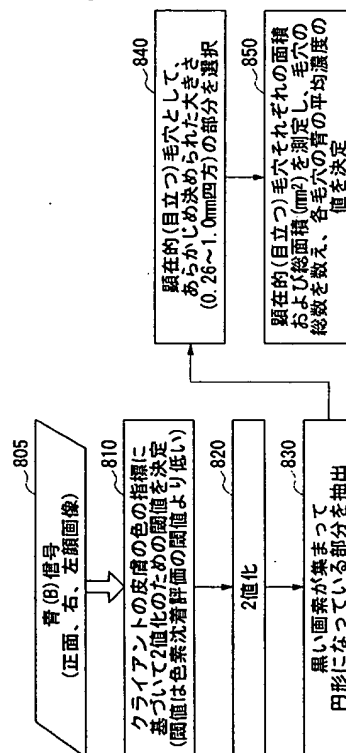


図 6B

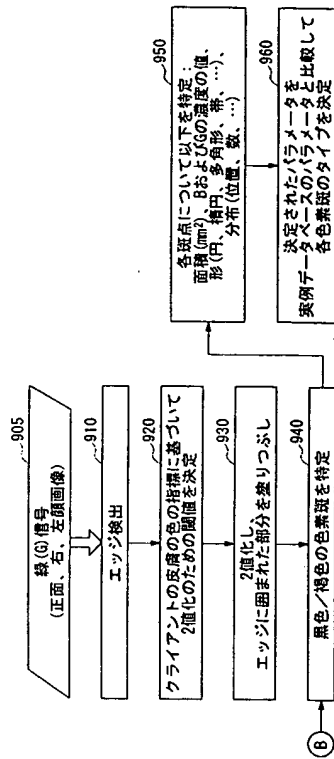
図 6A

【図 8】





【図 9】



【図 10】

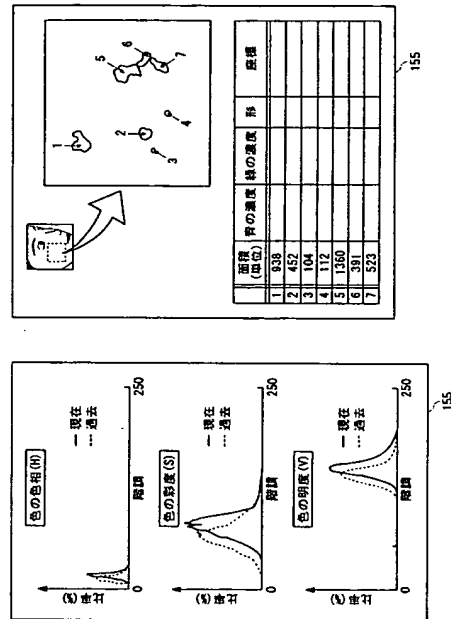


図 10B

図 10A

---

フロントページの続き

Fターム(参考) 4C117 XA01 XA05 XB12 XB13 XD05 XE03 XE36 XE43 XE56 XG18  
XG19 XG33 XG34 XG38 XJ01 XJ12 XK02 XK03 XK05  
5L096 AA02 AA06 BA02 BA18 CA02 FA02 FA06 FA15 FA32 FA76  
GA51